

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

40

(11)Publication number : 06-313845

(43)Date of publication of application : 08.11.1994

(51)Int.Cl.

G02B 13/24

(21)Application number : 05-102358

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 28.04.1993

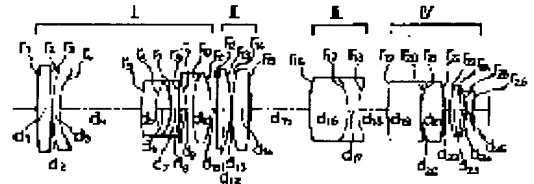
(72)Inventor : TAKAHASHI KOICHI

(54) PROJECTION LENS SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a projection lens system of high performance making high resolution of several μm or less compatible with a relatively wide exposure area with the constitution of a small number of lenses.

CONSTITUTION: A projection lens system is formed of a first negative group I, a second positive group II, a third negative group III and a fourth positive group IV. The first group I has a lens with positive refracting power, with the convex side facing the object side, two negative lenses with the concave sides facing mutually, and two outer meniscus lenses with the concave sides facing mutually with the negative lenses held in between. At least one of these outer meniscus lenses is a junction lens with negative refracting power. The second group II is formed of at least two lenses with positive refracting power, the third group III is formed of a combined lens with negative refracting power, and the fourth group IV is formed of at least two lenses with positive refracting power and a negative lens disposed closest to the image plane side.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-313845

(43)公開日 平成6年(1994)11月8日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 13/24

識別記号

庁内整理番号

9120-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-102358

(22)出願日 平成5年(1993)4月28日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 高橋浩一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン

パス光学工業株式会社内

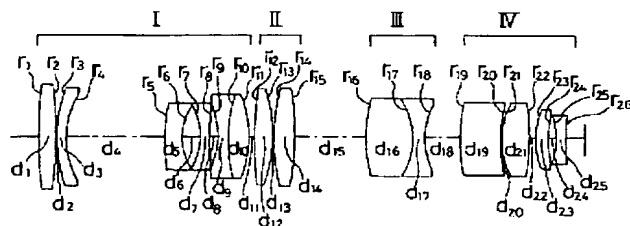
(74)代理人 弁理士 菲澤 弘 (外7名)

(54)【発明の名称】 投影レンズ系

(57)【要約】

【目的】 少ない枚数のレンズ構成によって、数 μ m以下の高い解像力と比較的広い露光領域とを両立できる高性能な投影レンズ系。

【構成】 負の第1群Iと、正の第2群IIと、負の第3群IIIと、正の第4群IVとからなり、第1群Iは、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズと、互いに凹面を向かい合わせた2つの負レンズと、これらの負レンズを間に挟んで互いに凹面を向かい合わせた2つの外側のメニスカスレンズとを有し、この外側のメニスカスレンズの中、少なくとも1つは負の屈折力を持つ接合レンズであり、第2群IIは少なくとも2つの正の屈折力のレンズからなり、第3群IIIは負の屈折力を持つ接合レンズからなり、第4群IVは少なくとも2つの正の屈折力のレンズと最も像面側に配置された負レンズとからなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ群と、正の屈折力の第 2 レンズ群と、負の屈折力の第 3 レンズ群と、正の屈折力の第 4 レンズ群とからなり、前記第 1 レンズ群は、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズと、互いに凹面を向かい合わせた 2 つの負レンズと、これらの負レンズを間に挟んで互いに凹面を向かい合わせた 2 つの外側のメニスカスレンズとを有し、

前記外側のメニスカスレンズの中、少なくとも 1 つは負の屈折力を持つ接合レンズであり、

前記第 2 レンズ群は少なくとも 2 つの正の屈折力のレンズからなり、

前記第 3 レンズ群は負の屈折力を持つ接合レンズからなり、

前記第 4 レンズ群は少なくとも 2 つの正の屈折力のレンズと最も像面側に配置された負レンズとからなる、

ことを特徴とする投影レンズ系。

【請求項 2】 前記第 1、第 2 並びに第 4 レンズ群の焦点距離をそれぞれ f_1 、 f_2 、 f_4 として、物像間距離を L とした場合に、

$$(1) \quad 0.2 > |f_1 / L|$$

$$(2) \quad 0.7 < |f_2 / f_1| < 1.3$$

$$(3) \quad 0.8 < |f_4 / f_1| < 1.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 記載の投影レンズ系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、投影レンズ系に関し、特に、投影露光装置によって IC、LSI 等の集積回路や液晶等のフラットディスプレイ等を製造する際に用いられる投影レンズ系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、IC、LSI 等の集積回路のパターンをシリコンウエーハ等の基板上に転写するための投影露光装置としては、主に縮小露光法が用いられている。この方法は、マスクを適当な倍率（数分の 1 程度）で基板上に縮小投影することにより、パターンを転写するものである。

【0003】この投影露光装置によって投影されるパターンの線幅は数 μm からサブミクロンであり、投影レンズ系には非常に高い解像力が要求されている。そのため、投影光学系には、収差がほぼ完全に補正された理論限界値に近い解像力が要求される。縮小投影法によれば、ステップ・アンド・リピートと呼ばれる転写により、パターンを接ぎ合わせて回路を形成する方法がとられるため、解像力は画面中心に限らず、画面全体においてほぼ理論限界値が得られるように収差が補正されており、光学的諸収差の中、歪曲収差は特に補正されていなければならない。

【0004】また、この縮小投影する方法では、回路パターンが描かれたマスク等と投影された像（基板）との距離を調整することによって、投影倍率を任意に変化させ、環境の変化（温度、気圧等）に対しての補正が可能である。また、投影レンズの像側開口数を大きな値にすることによって解像力を高めることができるという特徴がある。

【0005】

【本発明が解決しようとする課題】しかし、数 μm 以下の解像力を有し、広い露光領域を持つ投影露光装置に用いられる従来の投影レンズ系は、構成するレンズ枚数が多く、非常に高価なものであった。

【0006】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、少ない枚数のレンズ構成によって、数 μm 以下の高い解像力と比較的広い露光領域とを両立できる高性能な投影レンズ系を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の投影レンズ系は、マスクが配置される物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ群と、正の屈折力の第 2 レンズ群と、負の屈折力の第 3 レンズ群と、正の屈折力の第 4 レンズ群とからなり、前記第 1 レンズ群は、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズと、互いに凹面を向かい合わせた 2 つの負レンズと、これらの負レンズを間に挟んで互いに凹面を向かい合わせた 2 つの外側のメニスカスレンズとを有し、前記外側のメニスカスレンズの中、少なくとも 1 つは負の屈折力を持つ接合レンズであり、前記第 2 レンズ群は少なくとも 2 つの正の屈折力のレンズからなり、前記第 3 レンズ群は負の屈折力を持つ接合レンズからなり、前記第 4 レンズ群は少なくとも 2 つの正の屈折力のレンズと最も像面側に配置された負レンズとからなる、ことを特徴とするものである。

【0008】

【作用】以下、上記構成をとる理由と作用について説明する。上記構成の第 1 レンズ群の負の屈折力によって、入射瞳は第 2 レンズ群である正レンズ群の中に位置される。全レンズ系の主な正の屈折力を持つレンズ群の中心付近に入射瞳を位置させることで、軸外物点の上側光束及び下側光束の対称性が保たれ、正の屈折力を有するレンズ群でのコマ収差の発生を抑え、十分な露光領域を確保することができる。

【0009】第 1 レンズ群の物体面側に最も近い位置に配備される正の屈折力を持つレンズと負レンズによって、適当な負の歪曲収差を発生させ、第 4 レンズ群における正の歪曲収差を良好に補正している。

【0010】第 1 レンズ群は、お互いに向かい合った凹面を持つ 2 枚の負レンズと、その外側にさらにもう 1 組の凹面を向かい合わせたメニスカスレンズとの組み合わせを持つ構造を有することで、各面の屈折力は小さくても

レンズ群の屈折力を大きくすることができる。また、向かい合った凹面を複数個別々に設けるよりも、光線の屈折の仕方がより滑らかになり、通常のガウスタイプの組み合わせでは補正しきれない高次のコマフレアー及び像面湾曲を良好に補正している。

【0011】上述の内側と外側にお互いに向かい合った凹面を有するレンズ群は、強い負の屈折力を持つため、全系の屈折力を必要な強さにするは、正の屈折力を持つレンズ群である第2レンズ群の焦点距離は短くなる。したがって、全レンズ系の主力となる第2レンズ群は正の屈折力を持ち、レンズ群の焦点距離は短いために、負の球面収差が大きくなる。本発明では、このレンズ群を少なくとも2枚の正レンズで構成することで、その発生をある程度抑える一方、この負の球面収差を第1レンズ群、第3レンズ群の接合レンズの正の球面収差によって良好に補正している。第2レンズ群が1枚の正レンズであれば、負の球面収差が非常に大きくなり、第1レンズ群と第3レンズ群の接合レンズにおける正の球面収差発生量が大きくなり、接合レンズで補正している色収差とのバランスが崩れ、フレアーを大きくしてしまう。

【0012】縮小投影法では、基板の平面度によって部分的な像歪みが生じないように、射出瞳位置を無限遠に近づけることが必要である。像面に近い位置において正の屈折力を有する第4レンズ群は、投影レンズ系の物体面と像面の間にある入射瞳を無限遠に結像するために重要な役目を果たしている。しかし、軸外主光線が光軸より離れていること、並びに、像面に近い位置に正レンズ群を配備することは、ベッツバル和が悪化すると共に、他のレンズ群では補正しきれないコマ収差がこの正レンズ群によって発生する。このベッツバル和とコマ収差を良好に補正するためには、像面により近い位置に負の屈折力を持つレンズを配備することが収差補正上必要となる。以上のことから、上記したような構成をとっている。

【0013】本発明の投影レンズ系は、次の条件を満たすことが望ましい。前記第1、第2並びに第4レンズ群の焦点距離をそれぞれ f_1 、 f_2 、 f_4 として、物像間距離を L とした場合に、

- (1) $0.2 > |f_1/L|$
- (2) $0.7 < |f_2/f_1| < 1.3$
- (3) $0.8 < |f_4/f_1| < 1.5$

なる条件を満足することである。

【0014】上記(1)式は、像面湾曲及びコマ収差を良好に補正するための条件であり、この条件を満たさないうで、 $|f_1/L|$ が0.2以上になると、第1レンズ群の正の屈折力のレンズ以外のレンズ群の負の屈折力が不足し、第2レンズ群から入射瞳位置が外れることとなるために、第2レンズ群でのコマフレアーの発生が大きくなり、他のレンズ群では補正することが不可能となる。

【0015】(2)式は、第1レンズ群、第2レンズ群の焦点距離の関係を与えたものであり、下限の0.7を越えると、第2レンズ群の焦点距離が第1レンズ群に対して短くなるため、第2レンズ群で発生する球面収差が他のレンズ群で補正できなくなるほど大きくなる。この第2レンズ群の球面収差を第1レンズ群及び第3レンズ群の接合レンズで補正しようとする、球面収差と色収差のバランスが崩れ、良い結果が得られない。また、上限の1.3を越えると、主力となる正の屈折力が不足するため、物像間距離が大きくなり、レンズ系をコンパクトに構成することができない。さらに、入射瞳の位置が近くなり、物体面を射出する主光線の傾角が大きくなるため、物体面であるマスクの反りによる垂曲収差が発生しやすくなり、均質なディストーションを得ることが難しくなる。

【0016】(3)式は、第4レンズ群の屈折力の範囲を与えたものであり、(2)式の条件と共に、射出瞳位置を無限遠にするために必要な条件である。条件(3)の上限の1.5を越えると、ベッツバル和が大きくなり、像面湾曲が補正不足になる。また、下限の0.8を越えると、像面湾曲の補正が過剰になるため、画面全体の収差補正が困難になる。

【0017】前記(1)ないし(3)の条件の他に、以下に示す条件を満たすことがより望ましい。第3レンズ群は、第1レンズ群の接合レンズと共に、負レンズと正レンズのアッペ数が異なる組み合わせにしているため、光源の発光スペクトル幅に対する色収差を補正している。第1レンズ群及び第3レンズ群のそれぞれの接合レンズの負レンズのアッペ数を ν_a 、正レンズのアッペ数を ν_b としたとき、

$$(4) \quad 0.5 < \nu_a / \nu_b < 0.6$$

なる条件を満足することが望ましい。

【0018】(4)式の上限の0.6を越えると、色収差が補正不足になると共に、第2レンズ群で発生する球面収差の補正が不足になる。また、下限の0.5を越えると、球面収差が補正過剰になる。

【0019】前述のように、第4レンズ群は正の屈折力を有し、この正のレンズ群によって発生するベッツバル和の悪化、及び、他のレンズ群では補正しきれないコマ収差を良好に補正するために、像面により近い位置に負の屈折力を持つレンズを配備することが、収差補正上必要となる。第4レンズ群の物体側より最終負レンズの前までのレンズ群の焦点距離を f_{41} 、像面に最も近い負レンズの焦点距離を f_{42} としたとき、

$$(5) \quad 0.2 < |f_{41}/f_{42}| < 0.7$$

なる条件を満足することが望ましい。

【0020】(5)式の上限の0.7を越えると、ベッツバル和が大きくなり、像面湾曲が補正不足になる。その下限の0.2を越えると、コマ収差、特にタンジェンシャルコマの発生が増大し、また、像面湾曲が補正過

剰になる。

【0021】

【実施例】以下に、本発明の投影レンズ系の実施例 1～3 を示す。各実施例のレンズデータは後記するが、実施例 1～3 のレンズ断面図をそれぞれ図 1～図 3 に示す。

【0022】実施例 1 においては、第 1 レンズ群 I は、両凸レンズ、像面側に凹面を向けた 2 枚の負メニスカスレンズ、両凹レンズ、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの 6 枚からなり、第 2 レンズ群 I I は、2 枚の両凸レンズからなり、第 3 レンズ群 I I I は、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズからなり、第 4 レンズ群 I V は、像面側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズ、像面側に凹面を向けた正メニスカスレンズ、両凹レンズの 4 枚からなり、レンズ全系では 14 枚からなる。

【0023】実施例 2 においては、第 1 レンズ群 I は、両凸レンズ、像面側に凹面を向けた 2 枚の負メニスカスレンズ、両凹レンズ、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの 6 枚からなり、第 2 レンズ群 I I は、2 枚の両凸レンズ、凸平レンズの 3 枚からなり、第 3 レンズ群 I I I は、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズからなり、第 4 レンズ群 I V は、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズ、凸平レンズ、凹平レンズの 4 枚からなり、レンズ全系では 15 枚からなる。

【0024】実施例 3 においては、第 1 レンズ群 I は、両凸レンズ、像面側に凹面を向けた 2 枚の負メニスカス

レンズ、両凹レンズ、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの 6 枚からなり、第 2 レンズ群 I I は、2 枚の両凸レンズ、凸平レンズの 3 枚からなり、第 3 レンズ群 I I I は、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズからなり、第 4 レンズ群 I V は、両凹レンズ、3 枚の両凸レンズ、両凹レンズの 5 枚からなり、レンズ全系では 16 枚からなる。

【0025】以下、実施例 1～3 のレンズデータを示すが、記号は、 r_1 、 r_2 …は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 d_2 …は各レンズ面間の間隔、 n_{d1} 、 n_{d2} …は各レンズの d 線の屈折率、 ν_{d1} 、 ν_{d2} …は各レンズのアッベ数である。また、 f はレンズ全系の焦点距離、OB は物体位置、SK は像位置、 f_1 、 f_2 、 f_4 はそれぞれ第 1 レンズ群 I、第 2 レンズ群 I I、第 4 レンズ群 I V の焦点距離、L は物像間距離、 ν_{a1} は第 1 レンズ群 I の接合レンズの負レンズのアッベ数、 ν_{b1} は第 1 レンズ群 I の接合レンズの正レンズのアッベ数、 ν_{a2} は第 3 レンズ群 I I I の接合レンズの負レンズのアッベ数、 ν_{b2} は第 3 レンズ群 I I I の接合レンズの正レンズのアッベ数、 f_{a1} は第 4 レンズ群 I V の物体側より最終負レンズの前までのレンズ群の焦点距離、 f_{a2} は第 4 レンズ群 I V の像面に最も近い負レンズの焦点距離である。

【0026】何れの実施例においても、投影倍率は 1/5、像側開口数は 0.3、画面範囲は $\phi 41.5$ 、物像間距離 L は 1000、基準波長は 436 nm である。

【0027】実施例 1

$f=123.90$	OB=-374.00	SK=20.64
$r_1 = 563.854$	$d_1 = 20.336$	$n_{d1} = 1.64217 \quad \nu_{d1} = 57.1$
$r_2 = -607.238$	$d_2 = 0.166$	
$r_3 = 189.703$	$d_3 = 11.628$	$n_{d2} = 1.51633 \quad \nu_{d2} = 64.1$
$r_4 = 108.5223$	$d_4 = 114.389$	
$r_5 = 205.800$	$d_5 = 22.149$	$n_{d3} = 1.51633 \quad \nu_{d3} = 64.1$
$r_6 = 87.257$	$d_6 = 18.885$	
$r_7 = -80.386$	$d_7 = 11.628$	$n_{d4} = 1.51633 \quad \nu_{d4} = 64.1$
$r_8 = 14643.798$	$d_8 = 8.097$	
$r_9 = -134.780$	$d_9 = 11.628$	$n_{d5} = 1.63980 \quad \nu_{d5} = 34.5$
$r_{10} = 179.847$	$d_{10} = 27.487$	$n_{d6} = 1.54117 \quad \nu_{d6} = 63.0$
$r_{11} = -127.726$	$d_{11} = 4.095$	
$r_{12} = 757.854$	$d_{12} = 20.813$	$n_{d7} = 1.72900 \quad \nu_{d7} = 55.5$
$r_{13} = -203.967$	$d_{13} = 0.166$	
$r_{14} = 269.867$	$d_{14} = 24.878$	$n_{d8} = 1.72216 \quad \nu_{d8} = 53.3$
$r_{15} = -351.938$	$d_{15} = 81.252$	
$r_{16} = 185.546$	$d_{16} = 56.876$	$n_{d9} = 1.51633 \quad \nu_{d9} = 64.1$
$r_{17} = -87.282$	$d_{17} = 11.628$	$n_{d10} = 1.63980 \quad \nu_{d10} = 34.5$
$r_{18} = 111.975$	$d_{18} = 39.326$	
$r_{19} = 226.492$	$d_{19} = 44.805$	$n_{d11} = 1.63980 \quad \nu_{d11} = 34.5$
$r_{20} = 168.595$	$d_{20} = 0.166$	
$r_{21} = 86.573$	$d_{21} = 33.090$	$n_{d12} = 1.70421 \quad \nu_{d12} = 56.4$
$r_{22} = -312.288$	$d_{22} = 4.923$	
$r_{23} = 107.305$	$d_{23} = 18.103$	$n_{d13} = 1.72916 \quad \nu_{d13} = 45.7$

$$\begin{aligned}
 r_{24} &= 272.511 \\
 r_{25} &= -122.626 \\
 r_{26} &= 512.605 \\
 |f_1/L| &= 0.119 \\
 |f_2/f_1| &= 0.918 \\
 |f_4/f_1| &= 0.936 \\
 \nu_{a1}/\nu_{b1} &= 0.55
 \end{aligned}$$

$$f = 126.98$$

$$\begin{aligned}
 r_1 &= 944.328 \\
 r_2 &= -501.713 \\
 r_3 &= 185.592 \\
 r_4 &= 98.422 \\
 r_5 &= 159.553 \\
 r_6 &= 90.619 \\
 r_7 &= -87.201 \\
 r_8 &= 1857.407 \\
 r_9 &= -118.443 \\
 r_{10} &= 193.858 \\
 r_{11} &= -127.535 \\
 r_{12} &= 1024.044 \\
 r_{13} &= -278.070 \\
 r_{14} &= 323.889 \\
 r_{15} &= -387.654 \\
 r_{16} &= 251.335 \\
 r_{17} &= \infty \\
 r_{18} &= 132.150 \\
 r_{19} &= -121.169 \\
 r_{20} &= 74.290 \\
 r_{21} &= -80.196 \\
 r_{22} &= -103.454 \\
 r_{23} &= 86.830 \\
 r_{24} &= -298.790 \\
 r_{25} &= 154.860 \\
 r_{26} &= \infty \\
 r_{27} &= -151.094 \\
 r_{28} &= \infty
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 |f_1/L| &= 0.123 \\
 |f_2/f_1| &= 0.925 \\
 |f_4/f_1| &= 0.994 \\
 \nu_{a1}/\nu_{b1} &= 0.56
 \end{aligned}$$

$$f = 119.69$$

$$\begin{aligned}
 r_1 &= 309.518 \\
 r_2 &= -1068.728 \\
 r_3 &= 329.193 \\
 r_4 &= 115.527 \\
 r_5 &= 170.378 \\
 r_6 &= 89.759 \\
 r_7 &= -87.068 \\
 r_8 &= 1518.756 \\
 r_9 &= -126.292
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_{24} &= 7.220 \\
 d_{25} &= 11.628 \quad n_{d14}=1.63980 \quad \nu_{d14}=34.5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \nu_{a2}/\nu_{b2} &= 0.54 \\
 |f_{41}/f_{42}| &= 0.549
 \end{aligned}$$

【0028】実施例2

$$OB = -388.58$$

$$SK = 19.93$$

$$\begin{aligned}
 d_1 &= 19.564 \quad n_{d1}=1.62299 \quad \nu_{d1}=58.1 \\
 d_2 &= 25.472 \\
 d_3 &= 19.680 \quad n_{d2}=1.51633 \quad \nu_{d2}=64.1 \\
 d_4 &= 76.171 \\
 d_5 &= 9.967 \quad n_{d3}=1.51633 \quad \nu_{d3}=64.1 \\
 d_6 &= 20.386 \\
 d_7 &= 11.628 \quad n_{d4}=1.51633 \quad \nu_{d4}=64.1 \\
 d_8 &= 13.876 \\
 d_9 &= 11.628 \quad n_{d5}=1.63980 \quad \nu_{d5}=34.5 \\
 d_{10} &= 30.137 \quad n_{d6}=1.55963 \quad \nu_{d6}=61.1 \\
 d_{11} &= 0.830 \\
 d_{12} &= 18.858 \quad n_{d7}=1.72916 \quad \nu_{d7}=54.7 \\
 d_{13} &= 9.896 \\
 d_{14} &= 25.221 \quad n_{d8}=1.72916 \quad \nu_{d8}=54.7 \\
 d_{15} &= 49.263 \\
 d_{16} &= 19.691 \quad n_{d9}=1.72916 \quad \nu_{d9}=54.7 \\
 d_{17} &= 38.638 \\
 d_{18} &= 36.813 \quad n_{d10}=1.51633 \quad \nu_{d10}=64.1 \\
 d_{19} &= 12.051 \quad n_{d11}=1.63980 \quad \nu_{d11}=34.5 \\
 d_{20} &= 53.043 \\
 d_{21} &= 11.628 \quad n_{d12}=1.63980 \quad \nu_{d12}=34.5 \\
 d_{22} &= 0.831 \\
 d_{23} &= 26.652 \quad n_{d13}=1.51633 \quad \nu_{d13}=64.1 \\
 d_{24} &= 0.831 \\
 d_{25} &= 31.703 \quad n_{d14}=1.72916 \quad \nu_{d14}=54.7 \\
 d_{26} &= 5.407 \\
 d_{27} &= 11.628 \quad n_{d15}=1.63980 \quad \nu_{d15}=34.5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \nu_{a2}/\nu_{b2} &= 0.54 \\
 |f_{41}/f_{42}| &= 0.389
 \end{aligned}$$

【0029】実施例3

$$OB = -352.16$$

$$SK = 19.93$$

$$\begin{aligned}
 d_1 &= 21.988 \quad n_{d1}=1.72900 \quad \nu_{d1}=55.5 \\
 d_2 &= 0.166 \\
 d_3 &= 11.628 \quad n_{d2}=1.51633 \quad \nu_{d2}=64.1 \\
 d_4 &= 80.463 \\
 d_5 &= 9.209 \quad n_{d3}=1.51500 \quad \nu_{d3}=64.0 \\
 d_6 &= 22.240 \\
 d_7 &= 11.628 \quad n_{d4}=1.51633 \quad \nu_{d4}=64.1 \\
 d_8 &= 22.240 \\
 d_9 &= 11.628 \quad n_{d5}=1.63980 \quad \nu_{d5}=34.5
 \end{aligned}$$

$r_{10} = 184.336$	$d_{10} = 31.183$	$n_{d6} = 1.58950$ $\nu_{d6} = 61.5$
$r_{11} = -138.604$	$d_{11} = 0.166$	
$r_{12} = 1284.791$	$d_{12} = 21.668$	$n_{d7} = 1.72873$ $\nu_{d7} = 55.4$
$r_{13} = -205.229$	$d_{13} = 111.705$	
$r_{14} = 389.038$	$d_{14} = 21.136$	$n_{d8} = 1.72898$ $\nu_{d8} = 55.5$
$r_{15} = -850.486$	$d_{15} = 18.804$	
$r_{16} = 164.305$	$d_{16} = 24.570$	$n_{d9} = 1.68685$ $\nu_{d9} = 57.1$
$r_{17} = \infty$	$d_{17} = 25.156$	
$r_{18} = 106.768$	$d_{18} = 26.512$	$n_{d10} = 1.51633$ $\nu_{d10} = 64.1$
$r_{19} = -274.829$	$d_{19} = 11.628$	$n_{d11} = 1.64000$ $\nu_{d11} = 34.5$
$r_{20} = 67.470$	$d_{20} = 49.776$	
$r_{21} = -99.114$	$d_{21} = 11.628$	$n_{d12} = 1.64000$ $\nu_{d12} = 34.5$
$r_{22} = 200.734$	$d_{22} = 4.4208$	
$r_{23} = 3828.756$	$d_{23} = 17.264$	$n_{d13} = 1.72900$ $\nu_{d13} = 55.5$
$r_{24} = -177.653$	$d_{24} = 0.166$	
$r_{25} = 79.610$	$d_{25} = 36.777$	$n_{d14} = 1.51500$ $\nu_{d14} = 64.0$
$r_{26} = -469.061$	$d_{26} = 0.166$	
$r_{27} = 98.8484$	$d_{27} = 19.323$	$n_{d15} = 1.58793$ $\nu_{d15} = 61.6$
$r_{28} = -4775.692$	$d_{28} = 3.631$	
$r_{29} = -210.153$	$d_{29} = 11.628$	$n_{d16} = 1.72192$ $\nu_{d16} = 53.2$
$r_{30} = 1466.094$		

$$|f_1/L| = 0.129$$

$$|f_2/f_1| = 1.087$$

$$|f_4/f_1| = 1.064$$

$$\nu_{a1}/\nu_{b1} = 0.56$$

$$\nu_{a2}/\nu_{b2} = 0.54$$

$$|f_{41}/f_{42}| = 0.364$$

【0030】以上の実施例1～3の球面収差、非点収差、歪曲収差、横収差を表す収差図をそれぞれ図4～図6に示す。

【0031】

【発明の効果】本発明によれば、比較的少ない枚数のレンズ構成によって、高い解像力と広い露光領域とを両立させることができる高性能な投影レンズ系を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の投影レンズ系のレンズ断面

図である。

【図2】実施例2の投影レンズ系のレンズ断面図である。

【図3】実施例3の投影レンズ系のレンズ断面図である。

【図4】実施例1の球面収差、非点収差、歪曲収差、横収差を表す収差図である。

【図5】実施例2の球面収差、非点収差、歪曲収差、横収差を表す収差図である。

【図6】実施例3の球面収差、非点収差、歪曲収差、横収差を表す収差図である。

【符号の説明】

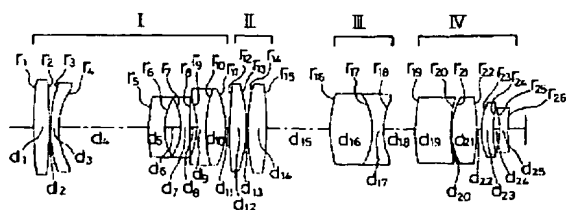
I …第1レンズ群

I I …第2レンズ群

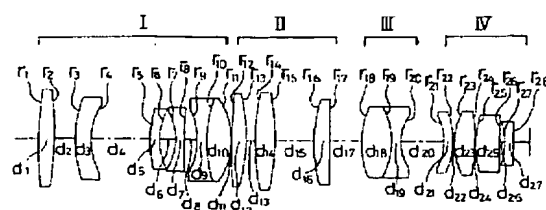
I I I …第3レンズ群

I V …第4レンズ群

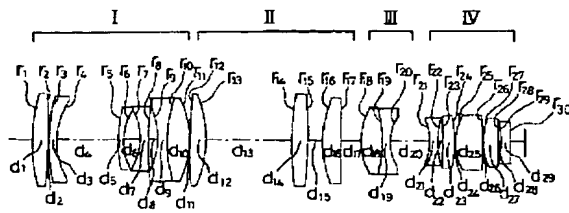
【図1】



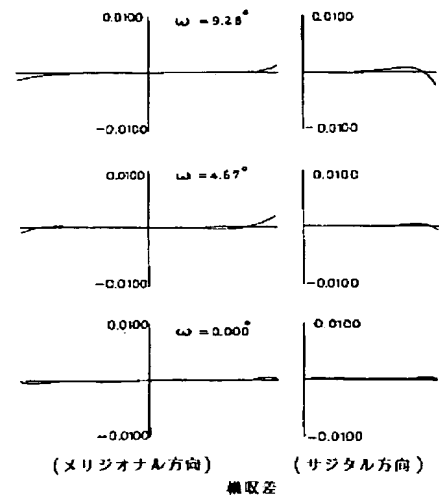
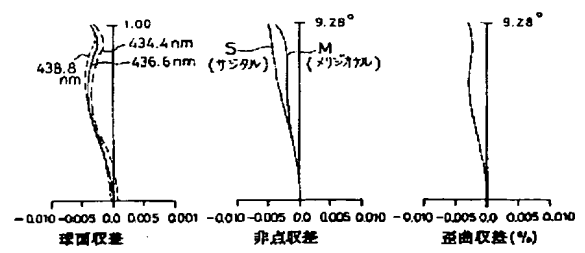
【図2】



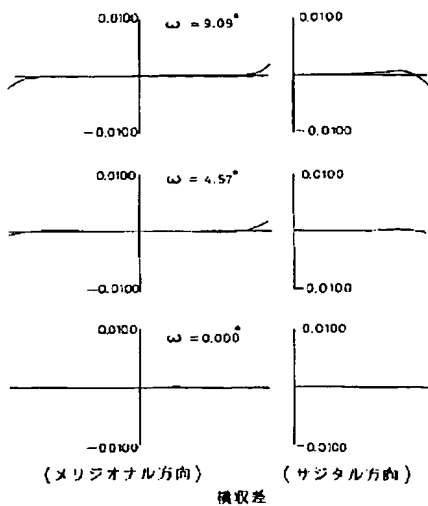
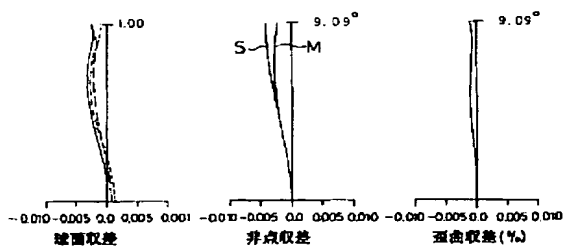
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

